

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

EP05/50015

BEST AVAILABLE COPY



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 10 2004 008 891.8

Anmeldetag: 24. Februar 2004

Anmelder/Inhaber: ROBERT BOSCH GMBH, 70469 Stuttgart/DE

Bezeichnung: Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine

IPC: F 02 D 41/30

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 18. Oktober 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Kahle

20.02.04 Sm/Oy

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine

Stand der Technik

15

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine nach der Gattung des unabhängigen Anspruchs.

20

Bei einem Kaltstart einer Brennkraftmaschine liegen die Temperaturen der Wände des Einlasskanals und des Brennraums deutlich unterhalb der bei Normalbetrieb vorliegenden Temperatur. Ein Teil des eingebrachten Kraftstoffs kondensiert an den kalten Brennraumwänden und trägt zunächst nicht zur Verbrennung bei. Unter diesen Bedingungen wird eine nicht zu vernachlässigende Menge des eingespritzten Kraftstoffs über die Kolbenringe ins Öl abgestreift und eine weitere Menge geht unverbrannt ins Abgassystem. Mit zunehmender Erwärmung der Brennkraftmaschine und des Motoröls verdampft jedoch der ins Öl verschleppte Kraftstoffanteil und wird über die Kurbelgehäuseentlüftung ins Saugrohr geführt und reichert das Luft-Kraftstoffgemisch an.

30

Um dennoch einen guten Start, Nachstart und Warmlauf zu gewährleisten, muss deutlich mehr als die bei warmem Motor übliche Kraftstoffmenge eingespritzt werden. Dieser Kraftstoff-Mehranteil entspricht in etwa der Kraftstoffmenge, die unverbrannt im Abgas verloren geht oder/und über die Kolbenringe ins Öl gelangt. Die Kraftstoffeintragsmenge hängt darüber hinaus nicht nur von der Temperatur der Brennkraftmaschine ab, sondern u.a. auch von der Drehzahl und dem angeforderten Drehmoment. So wird beispielsweise durch eine forcierte Fahrweise der Kraftstoffeintrag ins Öl deutlich erhöht. Ferner hängt der Kraftstoffeintrag auch von der Kraftstoffsorte ab. So wird bei Alkohol im Vergleich zu Benzin ein deutlich höherer Kraftstoffeintrag beobachtet, der auch bei Starttemperatu-

35

ren deutlich über Null Grad Celsius nicht zu vernachlässigen ist. Prinzipiell lässt sich die Kraftstoffeintragsmenge aus dem Verdampfungsverhalten des Kraftstoffs ableiten. Je schlechter der Kraftstoff bei Motorstarttemperaturen verdampft, um so mehr Kraftstoff kondensiert bzw. bleibt flüssig und um so mehr Kraftstoff muss eingespritzt werden.

5

Um Kraftstoffkondensation zu kompensieren, wird beispielsweise bei Benzinmotoren in die Gemischvorsteuerung eingegriffen, es wird über Anreicherungsfaktoren entsprechend mehr Kraftstoff vorgesteuert. Sobald die Lambdaregelung aktiv ist, kann diese zusätzlich die Kraftstoffmenge anpassen.

10

Während in der Kondensationsphase bei kaltem Motor wie oben beschrieben mehr Kraftstoff eingespritzt werden muss, so kehrt sich der Effekt bei zunehmend heißer werdendem Öl um. Der sich im Öl befindliche Kraftstoff geht dann aus und wird über die Kurbelgehäuseentlüftung der Verbrennung zugeführt. Jetzt muss die Einspritzmenge verringert werden.

15

Sofern die Ausgasung klein ist, ist es ausreichend, wenn die Lambdaregelung diesen ausgasenden und damit zur Einspritzmenge zusätzlich wirkenden Kraftstoffmassenstrom kompensiert. Hierbei gilt es jedoch zu verhindern, dass bei starken Abweichungen in der Lambdaregelung auf einen Fehler der Diagnose geschlossen wird. Insbesondere zeigt sich, dass im Leerlauf und bei leerlaufnahen Betriebspunkten die Ausgasung sich deutlich stärker bemerkbar macht als bei hohen Lasten und Drehzahlen.

20

Aus der DE 44 23 241 A1 ist ein lernendes Regelverfahren zur Einstellung der Zusammensetzung des Betriebsgemisches für eine Brennkraftmaschine bekannt, bei dem die Geschwindigkeit mit dem zusätzliche Eingriffe gelernt werden temperaturabhängig ist. Durch dieses Vorgehen wird u.a. verhindert, dass der in der Warmlaufphase aus dem Motoröl ausgasende Benzinanteil die Gemischregelung fehlerhaft beeinflusst. Wenn die Öltemperatur lange genug über eine Schwelle gelegen hat, wird davon ausgegangen, dass das Benzin ausgegast ist und das Regelverfahren wird wieder mit Normalwerten betrieben.

30

Weiterhin ist bei Einspritzsystemen, die sowohl Benzin als auch Alkohol als auch jede beliebige Mischung hieraus vertragen und die Mischung im Tank ohne Zusatzsensor adaptieren - sogenannten „Full adaptive Flexible-Fuel Systemen“ – bekannt, dass bei er-

35

warteter Kraftstoff-Ausgasung die Gemischadaption quasi angehalten und der Regelhub des Lambdareglers deutlich nach unten hin erweitert wird.

Vorteil der Erfindung

5

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine hat demgegenüber den Vorteil, dass bei der Berechnung der Einspritzzeit auch der aus dem Motoröl ausgasende Kraftstoffstrom schon in der Vorsteuerung berücksichtigt wird. Dies hat den besonderen Vorteil, dass die Gemisch- und Regelabweichungen der Lambdaregelung reduziert werden und hierdurch die Gemischvorsteuerung deutlich verbessert wird. Darüber hinaus werden der Kraftstoffverbrauch und die Emissionen verringert und das Fahrverhalten verbessert. Ferner werden durch die reduzierten Regelabweichungen irrtümliche Fehlererkennungen der Diagnose des Kraftstoffversorgungssystems vermieden.

10

15

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafter Weiterbildungen und Verbesserungen des im unabhängigen Anspruch angegebenen Verfahrens möglich.

20

Besonders vorteilhaft ist es, ausgehend von dem ausgasenden Kraftstoffmassenstrom einen ins Saugrohr strömenden Kraftstoffmassenstrom zu ermitteln und unter Berücksichtigung dieses Massenstroms die Soll-Einspritzmenge zu korrigieren. Durch dieses Vorgehen wird die Genauigkeit der Soll-Einspritzmenge weiter verbessert und ermöglicht so einen zuverlässigen, sicheren und kraftstoffsparenden Betrieb der Brennkraftmaschine.

30

Ferner ist es von Vorteil, die in das Motoröl eingetragene Kraftstoffmenge zu ermitteln, wobei verschiedene Einflussgrößen zu berücksichtigen sind. Als mögliche Einflussgrößen kommen in Betracht, die unterschiedliche Anreicherung der Kraftstoffmenge während eines Starts, einem Nachstart und/oder eines Warmlaufs einer Brennkraftmaschine, sowie die Motortemperatur bzw. eine vergleichbare Bauteiltemperatur, die Öltemperatur, die Temperatur im Ansaugkanal und/oder im Brennraum sowie auch die Kraftstoffsorte. Die Berücksichtigung wesentlicher Einflussgrößen erhöht in vorteilhafter Weise die Zuverlässigkeit des zu ermittelnden ins Motoröl gelangenden Kraftstoffstroms.

35

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung werden bei der Ermittlung des aus dem Motoröl ausgasenden Kraftstoffmassenstromes mindestens eine typische Einfluss-

größen berücksichtigt. Als typische Einflussgrößen kommen u.a. die Öltemperatur, der zeitliche Verlauf der Öltemperatur, die aktuelle Kraftstoffmasse im Öl und/oder die Kraftstoffsorte in Betracht.

5 Gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung werden für die Ermittlung des ins Saugrohr gelangenden Kraftstoffmassenstroms mindestens eine der typischen Einflussgrößen/-parameter berücksichtigt, wie bspw. der Druck im Kurbelgehäuse, Druck im Saugrohr, Druck stromaufwärts der Drosselklappe, die Stellung eines Kurbelgehäuse-Entlüftungsventils, die Temperatur des Motoröls und/oder auch die Blow-By-Gase.

10 Gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung lässt sich die im Motoröl befindliche Kraftstoffmasse durch Berücksichtigung der zu- und abfließenden Kraftstoffmassenströme ermitteln. Aus der Kenntnis der im Motoröl befindlichen Kraftstoffmasse, kann in vorteilhafter Weise, die weiteren abfließenden bzw. ausgasenden Kraftstoffmassenströme prognostiziert werden und beispielsweise die Gemischvorsteuerung entsprechend angepasst werden.

15

20 Gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung wird der aus dem Öl ausgasende Kraftstoffmassenstrom in Abhängigkeit von der Motordrehzahl in eine äquivalente Einspritzmenge umgewandelt und diese dann von einem unkorrigierten Soll-Kraftstoffmassenstrom subtrahiert, um dann zu einer korrigierten Soll-Einspritzmenge zu gelangen. Dieses Vorgehen hat den Vorteil, dass die aktuell verdampfende Kraftstoffmenge bei der Berechnung der Einspritzmenge schon in der Vorsteuerung berücksichtigt wird und somit der nötige Regeleingriff der Lambdaregelung verringert wird, was dazu beiträgt, den Kraftstoffverbrauch und die Emissionen zu reduzieren.

30 In einer weiteren vorteilhaften Weise wird bei einer zusätzlichen Einspritzung einer zweiten Kraftstoffsorte (z.B. Benzin als Startkraftstoff bei Alkoholbetrieb) für die zusätzlich eingespritzte Kraftstoffsorte eine Kraftstoffmasse im Öl berechnet wird.

35 In besonders vorteilhafter Weise sind die Verfahren zur Ermittlung einer Soll-Einspritzmenge unter Berücksichtigung eines ausgasenden Kraftstoffmassenstroms bzw. eines ins Saugrohr gelangenden Kraftstoffmassenstroms m_{kp_saug} in einem Steuergerät für den Betrieb einer Brennkraftmaschine zur Anwendung programmiert.

Zeichnung

Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den Zeichnungen dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in den Zeichnungen.

Es zeigen

Figur 1 ein prinzipielles Ablaufschema des erfindungsgemäßen Verfahrens;
Figur 2 ein Ablaufschema eines erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Das erfindungsgemäße Verfahren zielt darauf ab, eine Soll-Einspritzmenge rk_{ev} zu bestimmen unter Berücksichtigung eines aus dem Motoröl ausgasenden Kraftstoffmassenstroms mkp_{ausg} bzw. eines ins Saugrohr gelangenden Kraftstoffmassenstroms mkp_{saugr} .

Das Verfahren zur Ermittlung des aus dem Öl ausgasenden bzw. ins Saugrohr gelangenden Kraftstoffs kann grundsätzlich in drei Unterblöcke aufgeteilt werden:

- a) Ermittlung des während eines Kaltstarts, Nachstarts und Warmlaufs in das Motoröl eingetragenen Kraftstoffmenge (Modul 1, Fig. 1, 2);
- b) Ermittlung der aus dem Motoröl ausgasenden Kraftstoffmenge (s. Modul 2 Fig. 1,2);
- c) Bilanz der eingetragenen und ausgasenden Kraftstoffmengen (Modul 3, Fig. 1, 2).

Als Ausgangspunkt für den ins Öl gelangenden Kraftstoffmassenstrom $mkp_{i_{oel}}$ dient die Kraftstoffmenge, die „übermäßig“ eingespritzt wird. Unter „übermäßig“ wird die Kraftstoff(mehr)menge bezeichnet, die beim Kaltstart und Warmlauf zusätzlich zur der im Normalbetrieb üblichen Kraftstoffmenge eingespritzt wird, um einen einwandfreien Betrieb der Brennkraftmaschine zu gewährleisten. Die übermäßige Kraftstoff(mehr)menge trägt nicht zur Verbrennung bei und gelangt anteilig in das Motoröl und ins Abgassystem. Welcher Anteil ins Öl oder ins Abgassystem gelangt, hängt stark

von der Motortemperatur oder typischen Bauteiletemperaturen im Brennraum ab. Darüber hinaus ist die Aufteilung auch von der Kraftstoffsorte – bspw. Benzin, Alkohol etc. und deren Mischungsverhältnisse – ab.

5 Diese Kraftstoff(mehr)menge bzw. Anreicherungs-Kraftstoffmasse $mk_anreich$ kann beispielsweise über sogenannte Start, Nachstart und/oder Warmlauf-Anreicherungsfaktoren bzw. -Applikationsfaktoren fst_w , $fnst_w$, fwl_w in Abhängigkeit einer für die Verbrennung notwendigen Luftmasse mk_verb ermittelt werden, wobei sich der Zusammenhang wie folgt darstellt:

10
$$mk_anreich = mk_verb * (fst_w * fnst_w * fwl_w - 1)$$

In erster Näherung kann davon ausgegangen werden, dass ein Teil dieser Kraftstoff(mehr)menge ins Motoröl gelangt und ab Vorliegen einer bestimmten Motoröl-Temperatur $toel$ wieder ausgast.

15 Die sich aktuell im Öl befindliche Kraftstoffmenge lässt sich aus der Bilanz der ins Öl eingetragenen und aus dem Öl ausgasenden Kraftstoffmassenströme bspw. durch Integrieren der Differenz der beiden Massenströme bestimmen.

20 Prinzipiell verdampft mit steigender Temperatur auch mehr Kraftstoff aus dem Motoröl. Die verdampfende Kraftstoffmenge bzw. der ausgasende Kraftstoffmassenstrom mkp_ausg hängt im Wesentlichen ab von der aktuell im Öl gelösten Kraftstoffmenge mk_i_oel , der Kraftstoffsorte KS und der aktuellen Öltemperatur $toel$. Zusätzlich sind auch der zeitliche Verlauf der Öltemperatur und der absolute Druck im Kurbelgehäuse pk von Bedeutung.

Grundsätzlich steigt der ausgasende Kraftstoffmassenstrom mkp_ausg je mehr Kraftstoff im Öl gelöst ist. Maßgeblich ist hier das Siedeverhalten des Kraftstoffs. Benzin hat einen weiten Siedebereich und verdampft in einem Temperaturbereich von 40 °C bis etwa 120 °C. Alkohol dagegen hat einen Siedepunkt bei einer Temperatur von etwa 70°C. Bei einer Temperatur von 70 °C verdampft der im Öl gelöste Alkohol sehr rasch, wobei die Verdampfung bei Temperaturen unterhalb von 70 °C fast zu vernachlässigen ist. Weiterhin gilt, dass je schneller das Öl heiß wird um so mehr Kraftstoff verdampft aus dem Öl, da durch den schnellen Temperaturanstieg der Siedebereich bzw. Siedepunkt schneller durchschritten bzw. überschritten wird.

30

35

Da dass Siedeverhalten maßgeblich auch vom Druck abhängt, ist für die Bestimmung eines ausgasenden Kraftstoffmassenstrom mkp_ausg insbesondere auch der absolute Druck im Kurbelgehäuse p_k zu berücksichtigen.

5

Der sich durch den ausgasenden Kraftstoff einstellende Kraftstoff-Partialdruck ist hier nur ein Parameter der zu berücksichtigen ist. Weitere Parameter ergeben sich aus dem Betriebszustand der Brennkraftmaschine und der Ausführungsform des Kurbelgehäuses.

10

Typischerweise werden Kurbelgehäuse über eine Entlüftungsleitung in den Saugrohrbereich entlüftet. Der Austritt der Entlüftungsleitung kann vorzugsweise in der Nähe der Drosselklappe stromabwärts und/oder stromaufwärts angeordnet sein. Bei einer Anordnung stromabwärts der Drosselklappe liegt an der Austrittsstelle ein Saugrohrdruck p_s an, bei einem Austritt stromaufwärts der Drosselklappe typischerweise ein Umgebungsdruck p_u und bei einem gleichzeitigen Austritt vor und nach der Drosselklappe ein Mischdruck aus Umgebungsdruck p_u und Saugrohrdruck p_s .

15

Weiterhin hängt der Druck im Kurbelgehäuse p_k vom sogenannten Blow-By ab. Unter Blow-By wird die Gasmenge verstanden, die beim Betrieb der Brennkraftmaschine, insbesondere während des Verbrennungstaktes eines Zylinders, an den Kolbenringen vorbei ins Kurbelgehäuse gelangt. Es handelt sich beim Blow-By somit im Wesentlichen um Abgas, das zusammen mit dem ausgasenden Kraftstoff zum Druckaufbau im Kurbelgehäuse beiträgt.

20

Darüber hinaus kann es vorgesehen sein, das Kurbelgehäuse bzw. die Entlüftungsleitung mit einem Entlüftungsventil zu versehen, wobei Öffnen und Schließen des Entlüftungsventils typischerweise in Abhängigkeit verschiedener Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine erfolgt. Beim einem geschlossenen Ventil erhöht sich naturgemäß der Druck im Kurbelgehäuse. Durch diese Druckerhöhung, insbesondere durch Blow-By-Gase, nimmt jedoch der Anteil an aus dem Motoröl ausgasenden Kraftstoff ab, sodass beim Öffnen des Ventils im Wesentlichen zuerst die Blow-By-Gase mit einer geringen Konzentration an Kraftstoff ins Saugrohr strömen. Da beim Druckausgleich über das offene Kurbelgehäuse-Entlüftungsventil jedoch zunächst ein hoher Gasmassenstrom ins Saugrohr strömt, ist auch die Kraftstoffmenge dann erhöht.

30

35

Um eine gute Kompensation der Kraftstoffausgasung aus dem Öl zu erreichen, muss sowohl die Konzentration von Kraftstoffdampf im Kurbelgehäuse als auch die Dynamik des ins Saugrohr strömenden Massenstroms modelliert werden. Erst dann kann die Einspritz-Vorsteuerung auch bei Einsatz eines Entlüftungsventils ausreichend gut korrigiert werden.

Erst wenn das Entlüftungsventil weiterhin geöffnet bleibt, stellt sich ein niedriger Druck im Kurbelgehäuse ein und führt dann zu einer höheren Verdampfung von Kraftstoff aus dem Öl, womit sich folglich die ins Saugrohr abströmende Kraftstoffmasse auch stationär erhöht. Die Bedingungen, die sich hierbei einstellen entsprechen dann im Wesentlichen denen eines Kurbelgehäuses ohne Entlüftungsventil.

Bei einem Kurbelgehäuse mit einem Entlüftungsventil ist daher für die Ermittlung des ins Saugrohr strömende Kraftstoffstroms (mkp_saugr) neben den bereits eingangs genannten Einfluss, insbesondere auch die Ansteuerung des Entlüftungsventils zu berücksichtigen.

Weiterhin ist für den sich einstellenden Druck im Kurbelgehäuse p_k auch die Geometrie der Entlüftungsleitung und des Ventils von Bedeutung, wobei im Wesentlichen der minimale Querschnitt und die Länge der Entlüftungsleitung von Bedeutung sind.

Zusammenfassend hängt der aus dem Motoröl in das Kurbelgehäuse ausgasende Kraftstoffmassenstrom mkp_ausg ab von der sich aktuell im Motoröl befindlichen Kraftstoffmenge, der aktuellen Öltemperatur – auf die sich im Wesentlichen auch die Kraftstofftemperatur und die Temperatur der Gase im Kurbelwellengehäuse einstellt –, dem Gradienten der Öltemperatur, d.h. dem zeitlichen Verlauf der Öltemperatur, der Kraftstoffsorte KS und dem Gasdruck im Kurbelgehäuse p_k .

In Figur 1 ist ein prinzipieller Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens gezeigt.

Im Modul 1 wird ein ins Öl gelangender Kraftstoffmassenstrom mkp_i_oel anhand von Parameter P_ein , die für den Kraftstoffeintrag ins Öl relevant sind, ermittelt. Im Modul 2 wird anhand von Parameter P_aus , die für die Kraftstoffausgasung relevant sind, ein aus dem Öl ausgasender Kraftstoffmassenstrom mkp_ausg ermittelt. Aus der Bilanz der in Modul 1 und 2 ermittelten Massenströme wird die sich im Öl befindliche Kraftstoffmasse mk_i_oel bestimmt, die wiederum in die für das Ausgasen relevanten Einflussgrößen

P_{aus} einfließt. Im Modul 5 wird dann anhand von Parameter P_{einspr} , die für die Einspritzung relevant sind, und anhand des ermittelten ausgasenden Kraftstoffmassenstroms mkp_{aus} eine korrigierte Soll-Einspritzmenge rk_{ev} ermittelt.

Für den Kraftstoffeintrag ins Öl sind insbesondere als relevante Parameter für den Kraftstoffeintrag P_{ein} die Öltemperatur $toel$ und die Motorlast zu berücksichtigen. Als weitere wichtige Größen kommen in Betracht: Motortemperatur t_{mot} , Motordrehzahl n_{mot} , Luftmasse ml_w – auch alternativ zur Motordrehzahl und Motorlast –, Sollwertvorgabe für die Lambda-Regelung LS , Kraftstoffsorte und/oder die Anreicherungs-faktoren beim Start, Nachstart, Warmlauf f_{st_w} , f_{nst_w} , f_{wl_w} . Abhängig von diesen und auch weiteren Größen bestimmt sich ferner welche Anteile des Kraftstoffs ins Öl gelangen und welche Teile ins Abgas.

Für die Kraftstoffausgasung sind als relevante Parameter P_{aus} insbesondere die Öltemperatur $toel$ und die im Öl befindliche Kraftstoffmasse mk_{i_oel} zu berücksichtigen. Ferner auch der Druck im Kurbelgehäuse pk und ggf. die Stellung eines vorhandenen Kurbelgehäuse-Entlüftungsventils $SKEV$.

In erster Näherung kann davon ausgegangen werden, dass die Kraftstoff(mehr)menge, die während der ersten Phase eines Kaltstarts einer Brennkraftmaschine vermehrt eingespritzt wurde sich zu einem gewissen Teil im Motoröl anreichert und bei ausreichender Öltemperatur wieder ausgasen wird. Die Kraftstoff(mehr)menge beim Start berechnet sich vornehmlich aus den Anreicherungs-faktoren beim Kaltstart, Nachstart und Warmlaufphase f_{st_w} , f_{nst_w} , f_{wl_w} , der Lambda-Sollwert-Vorgabe LS und der zugeführten Luftmasse ml_w , die vorzugsweise dem Produkt aus Motorlast und Motordrehzahl entspricht.

Diese Wirkzusammenhänge können beispielsweise im Vorfeld modelliert werden und in geeigneter Weise in Kennfeldern in einem Steuergerät abgelegt werden, so dass beim Betrieb der Brennkraftmaschine für jeden Betriebszeitpunkt der ausgasende Kraftstoffmassenstrom mkp_{aus} ermittelt und bei der Bestimmung der korrigierten Soll-Einspritzmenge rk_{ev} berücksichtigt werden kann.

Figur 2 zeigt ein Ablaufschema eines erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels beim dem insbesondere auch die Verhältnisse im Kurbelgehäuse und das Abgasen der sich im Kurbelgehäuse befindlichen Gase in Richtung Saugrohr berücksichtigt werden. Durch die Berücksichtigung der Verhältnisse im Kurbelgehäuse lässt sich ausgehend von der ausga-

senden Kraftstoffmassenstroms mkp_ausg ein ins Saugrohr gelangender Kraftstoffmassenstrom mkp_saugr ermitteln und die Einspritzmenge präziser auf eine Soll-Einspritzmenge rk_ev korrigieren. Die Erweiterung in Figur 2 gegenüber Figur 1 ist im wesentlichen das Modul 4. Dieses Modul wird insbesondere dann benötigt, wenn ein Kurbelgehäuse Entlüftungsventil eingesetzt wird (Stellung SKEV).

Um den ausgasenden Kraftstoffmassenstrom mkp_ausg zu bestimmen, wird die sich aktuell im Öl befindliche Kraftstoffmenge mk_i_oel benötigt, die aus der Bilanz der dem Öl zu- und abfließenden Kraftstoffmassenströmen mkp_i_oel , mkp_ausg ermittelt wird.

Der dem Öl zufließende Kraftstoffmassenstrom mkp_i_oel berechnet sich im Modul 1 unter Berücksichtigung der Anreicherungsfaktoren beim Start, Nachstart bzw. Warmlauf fst_w , $fnst_w$, fwl_w , des Frischluft-Massenstrom in den Brennraum ml_w , der Sollwertvorgabe für die Lambdaregelung LS , der Motortemperatur t_{mot} bzw. vergleichbare Bauteiltemperaturen und der Kraftstoffsorte KS . Der berechnete zuströmende ins Öl eingetragene Kraftstoffmassenstrom mkp_i_oel geht zur weiteren Berechnung ans Modul 3.

Der aus dem Öl abfließende bzw. ausgasende Kraftstoffmassenstrom mkp_ausg wird im Modul 2 berechnet unter Berücksichtigung der Öl-Temperatur $toel$, der Kraftstoffsorte KS und dem Druck im Kurbelgehäuse pk und der sich im Öl befindlichen Kraftstoffmasse mk_i_oel . Der berechnete ausgasende Kraftstoffmassenstrom mkp_ausg geht zur weiteren Berechnung ans Modul 3 und an das Modul 4 für die Berechnung des aktuell ins Saugrohr strömenden Kraftstoffmassenstrom mkp_saug .

Im Modul 3 wird aus den im Modul 1 und 2 ermittelten zu- und abfließenden Kraftstoffmassenströmen mkp_i_oel , mkp_ausg die im Öl befindliche Kraftstoffmasse mk_i_oel berechnet, die wiederum als Eingangsgröße für Modul 2 zur Berechnung des ausgasenden Kraftstoffmassenstroms mkp_ausg dient. Zu Beginn eines ersten Startvorgangs, wird davon ausgegangen, dass sich kein Kraftstoff im Öl befindet.

Im Modul 4 wird ausgehend von dem aus dem Öl ausgasenden Massenstrom mkp_ausg ein ins Saugrohr strömender Kraftstoffmassenstrom mkp_saugr ermittelt. Hierzu werden vorzugsweise der Druck im Kurbelgehäuse pk , der Druck im Saugrohr ps , die Öltemperatur $toel$ und bei Kurbelgehäusen mit Entlüftungsventil die Stellung eines Kurbelgehäu-

se-Entlüftungsventils SKEV berücksichtigt.

Im Modul 5 wird vorzugsweise anhand der Sollwertvorgabe für die Lambdaregelung LS, der Frischluftfüllung im Zylinder rl_zyl eine (unkorrigierte) Soll-Einspritzmenge bestimmt. Unter Berücksichtigung des ermittelten ins Saugrohr strömenden Kraftstoffmassenstroms mkp_saugr und der Motordrehzahl $nmot$ wird dann die durch Kraftstoffausgasung hervorgerufene Einspritzmenge berechnet und von der unkorrigierten Soll-Einspritzmenge abgezogen. Man erhält dann die korrigierte Soll-Einspritzmenge rk_ev , die noch um weitere Größen korrigiert (z.B. Lambdaregelfaktor) an die Einspritzausgabe weitergegeben wird.

In der vereinfachten Ausführungsform (Figur 1) kann es vorgesehen sein, bei der Ermittlung einer Soll-Einspritzmenge rk_ev im Modul 5 nicht den ins Saugrohr strömenden Kraftstoffmassenstrom mkp_saugr , sondern direkt den aus dem Öl ausgasenden Kraftstoffmassenstrom mkp_aus zu berücksichtigen. Dies hat den Vorteil, dass bereits mit geringen Aufwand Daten zur Verfügung stehen, die es erlauben eine Einspritzmenge rk_ev geeignet anzupassen. Praktikabel ist dies insbesondere dann, wenn kein Kurbelgehäuse Entlüftungsventil verbaut ist und der Druck im Kurbelgehäuse durch die Konstruktion der Entlüftungsbohrungen weitgehend gleichmäßig auf Umgebungsdruckniveau verweilt.

Prinzipiell verhält es sich bei der Berücksichtigung von Einflussgrößen in Modul 4 so, dass der über das Kurbelgehäuseentlüftungsventil strömende Kraftstoffmassenstrom im Wesentlichen abhängt von der Ventilstellung SKEV, den Druckverhältnissen p_s und p_k und der Öl-Temperatur, die die Temperatur des Kraftstoffgases bzw. die Temperatur der Gase im Kurbelgehäuse repräsentiert.

Es gilt: $mkp_saugr = MSN(\text{Kurbelgeh.-Entl.-Ventil}) * p_Kurbelgeh / 1013 \text{ hPa} * \text{Wurzel}(273^\circ\text{K} / toel) * \text{Ausflusskennlinie}(p_s / p_Kurbelgeh) * \text{Konzentration Kraftstoffdampf im freien Gasvolumen des Kurbelgehäuses.}$

Die Formel enthält die Durchflussgleichung, wie sie beispielsweise bei der Drosselklappe angewandt wird. MSN ist der normierte, überkritische Massenstrom bei 0°C und 1013 mbar.

In einer weiteren Ausführungsform ist es denkbar, mit Hilfe von Modul 4 in Abhängigkeit vom Verlauf des Drucks im Kurbelgehäuse p_k auch das dynamische Verhalten des ins Saugrohr strömenden Kraftstoffmassenstroms zu berücksichtigen.

5 Alternativ zur direkten Verwendung der Kaltstart-, Nachstart und Warmlauf-Applikationsfaktoren bzw. Anreicherungs-faktoren ist es auch möglich, die bei einem Kaltstart und während der folgenden Warmlaufphase ins Öl gelangende Kraftstoffmasse zu modellieren. Wesentliche Einflussfaktoren sind hierbei:

- 10
- eine Motortemperatur (t_{mot}) und/oder eine Öltemperatur (t_{oil})
 - die Motordrehzahl (n_{mot})
 - die Lastgröße (r_l)
 - die Bauteiltemperatur im Ansaugkanal
 - die Temperatur im Brennraum
 - die Kraftstoffsorte (KS)
 - 15 - die Lambda Sollwert-Vorgabe (LS)

Bei Systemen mit zusätzlicher Startkraftstoffeinspritzung – darunter zählen Systeme mit Alkohol als Kraftstoff oder Flexible-Fuel-Systeme – kann in vorteilhafter Weise in Abhängigkeit von der Motortemperatur und der Zusatzkraftstoff-Einspritzmenge ein zusätzlicher Kraftstoffeintrag berechnet werden.

20

Bezugszeichenliste

	MSN	normierter, überkritischer Massenstrom über eine Blende / Ventilspalt (Hochdruckseite 1013 mbar, 273 °K = 0°C)
5	fst_w	Anreicherungsfaktor beim Start
	fnst_w	Anreicherungsfaktor beim Nachstart
	fwl_w	Anreicherungsfaktor beim Warmlauf
	KS	Kraftstoffsorte
	LS	Sollwertvorgabe für die Lambdaregelung
10	mkp_i_oel	in das Öl eingetragener Kraftstoff-Massenstrom während des Starts, Nachstarts und des Warmlaufs
	mkp_ausg	aus dem Öl ausgasender Kraftstoffmassenstrom
	mk_i_oel	Kraftstoff-Masse im Öl
	mkp_saugr	aus dem Kurbelgehäuse ins Saugrohr strömender Kraftstoffmassenstrom
15	ml_w	Frischlufthmassenstrom in den Brennraum
	nmot	Motordrehzahl
	pk	Druck im Kurbelgehäuse
	ps	Saugrohrdruck
20	rl_zyl	Frischluffüllung im Zylinder
	rk_ev	korrigierte Soll-Einspritzmenge (reine Vorsteuerung)
	SKEV	Stellung Kurbelgehäuse-Entlüftungsventil
	tmot	Motortemperatur bzw. typ. Bauteiltemp. im Brennraum
	toel	Öltemperatur

20.02.04 Sm/Oy

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Patentansprüche

15

1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit einer Ölschmierung und einer elektronischen Einspritzung, dadurch gekennzeichnet, dass ein aus dem Öl ausgasender Kraftstoffmassenstrom (mkp_ausg) ermittelt und bei einer Bestimmung einer Soll-Einspritzmenge (rk_ev) berücksichtigt wird.

20

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ausgehend von dem aus dem Öl ausgasenden Kraftstoffmassenstrom (mkp_ausg) ein ins Saugrohr strömender Kraftstoffmassenstrom (mkp_saugr) ermittelt und bei der Bestimmung einer Soll-Einspritzmenge (rk_ev) berücksichtigt wird.

30

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass während eines Betriebs der Brennkraftmaschine ein ins Motoröl gelangender Kraftstoffmassenstrom (mkp_i_oel) ermittelt wird und zur Ermittlung dieses Kraftstoffmassenstroms (mkp_i_oel) mindestens eine der folgenden Einflussgrößen berücksichtigt wird:

- Anreicherungs faktoren während eines Start, einem Nachstart und/oder eines Warmlaufs

(fst_w, fnst_w, fwl_w) einer Brennkraftmaschine

- eine Motortemperatur (tmot) und/oder eine Öltemperatur (toel)
- eine Motordrehzahl (nmot)
- eine Lastgröße (rl)
- eine Bauteiltemperatur im Ansaugkanal
- eine Temperatur im Brennraum
- eine Kraftstoffsorte (KS)
- eine Lambda-Sollwert-Vorgabe (LS)

35

4. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Ermittlung des aus dem Motoröl ausgasenden Kraftstoffmassenstroms (mkp_ausg) mindestens eine der folgenden Einflussgrößen berücksichtigt wird:

- Öltemperatur ($toel$)
- zeitlicher Gradient der Öltemperatur
- Kraftstoffmasse im Öl (mk_i_oel)
- Kraftstoffsorte (KS)
- Druck im Kurbelgehäuse (pk)

5. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Ermittlung des ins Saugrohr gelangenden Kraftstoffmassenstroms (mkp_saugr) mindestens eine der folgenden Einflussgrößen berücksichtigt wird:

- Druck im Kurbelgehäuse (pk)
- Druck im Saugrohr (ps)
- Druck vor einer Drosselklappe (pu)
- Stellung eines Kurbelgehäuse-Entlüftungsventils (SKEV)
- Temperatur des Motoröls ($toel$)
- Konzentration der Kraftstoffgase im Kurbelgehäuse durch Blow-By-Gase

6. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine im Motoröl befindliche Kraftstoffmasse (mk_i_oel) durch Berücksichtigung der ins Motoröl gelangenden und der aus dem Motoröl ausgasenden Kraftstoffmassenströme (mkp_i_oel , mkp_ausg) ermittelt wird.

7. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der ins Saugrohr strömende Kraftstoffmassenstrom (mkp_saugr) oder der ausgasende Kraftstoffmassenstrom (mkp_ausg) in Abhängigkeit von der Motordrehzahl in eine äquivalente Einspritzmenge umgewandelt und dann von einer unkorrigierten Solleinspritzmenge subtrahiert wird und das Ergebnis die korrigierte Solleinspritzmenge rk_ev bildet.

8. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer zusätzlichen Einspritzung einer zweiten Kraftstoffsorte für

die zusätzlich eingespritzte Kraftstoffsorte eine Kraftstoffmasse im Öl berechnet wird.

5

9. Steuergerät für eine Brennkraftmaschine, dadurch gekennzeichnet, dass es zur Anwendung in einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 programmiert ist.

5 20.02.04 Sm/Oy

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine

Zusammenfassung

15

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit einer Ölschmierung und einer elektronischen Einspritzung, dadurch gekennzeichnet, dass ein aus dem Öl ausgasende Kraftstoffmassenstrom (mkp_ausg) ermittelt und bei einer Berechnung der Einspritzmenge (rk_ev) berücksichtigt wird.

20

(Fig. 1)

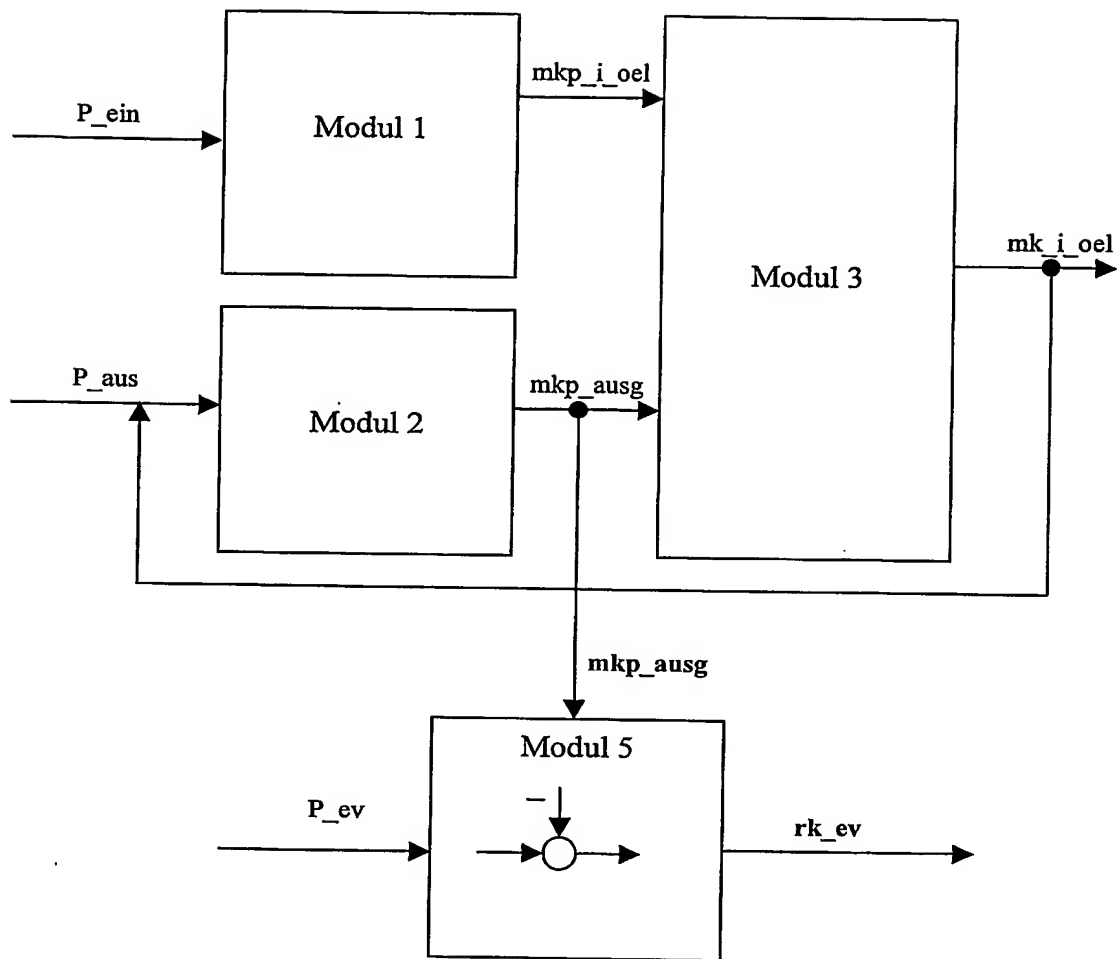


Fig. 1

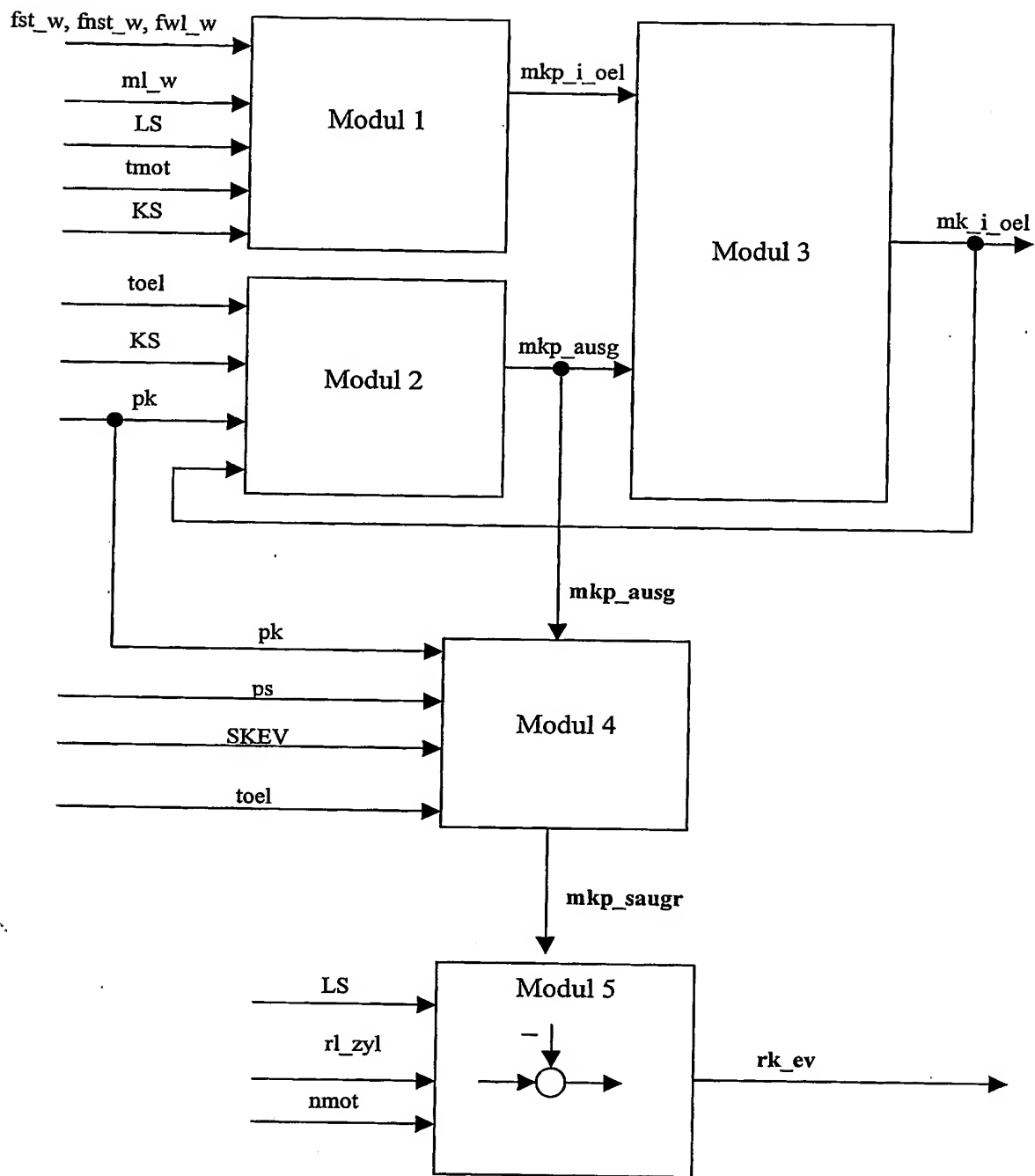


Fig. 2

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/050015

International filing date: 04 January 2005 (04.01.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE
Number: 102004008891.8
Filing date: 24 February 2004 (24.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 01 February 2005 (01.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.